

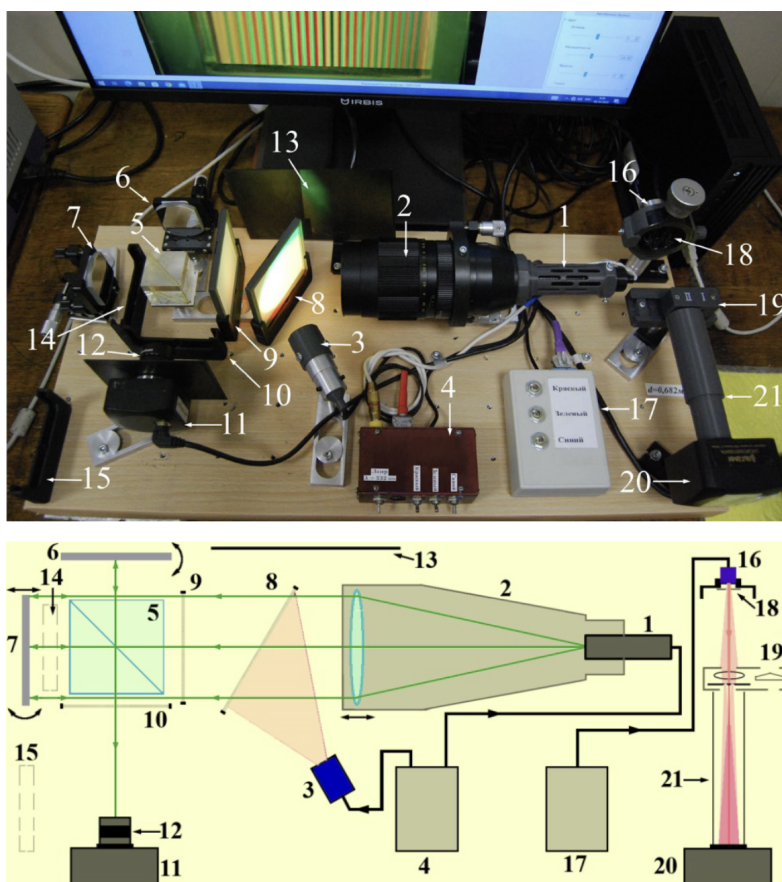
# Глава 1: Интерференция света.

## 1. Цель работы:

Изучить интерференцию света на основе классических оптических схем реализации двухволновой интерференции: интерферометр Майкельсона, схема Юнга, бипризма Френеля. На практике провести вычисления характеристик волны: временная когерентность, контраст интерферирующих волн/полос.

## 2. Теория:

Схема установки, позволяющей наблюдать интерференцию двух волн, с использованием интерферометра Майкельсона, схемы Юнга и бипризмы Френеля. Установка содержит два модуля. Первый используется при работе с интерферометром Майкельсона. Второй – при регистрации интерферограмм по схеме Юнга и с применением бипризмы Френеля.



### 1. Модуль интерферометра Майкельсон:

- 1) Лазер с длиной волны  $\lambda \approx 532$  нм;
- 2) Объектив, который преобразует лазер в плоскопараллельный пучок, так же при помощи кольца резкости можно расширить или уменьшить пучок;
- 3) Светодиод (красно, зеленый, синий);
- 4) Блок переключения при помощи которого управляются источники;
- 5) Светоделительный кубик, который делит излучение на две волны с 50-ти процентными коэффициентами энергетического пропускания и отражения. Эти волны потом попадают на зеркала 6) и 7) снова отражаются и идут опять на светоделительный кубик;
- 6) Зеркало;
- 7) Зеркало;
- 8) Светорассеивающий экран, который является дополнительным источником освещения рассеивая назад ту часть волны (50-ти процентов) которая проходит в сторону источника света;
- 9) Светорассеивающий экран тоже самое;
- 10) Экран, который ставят когда работают с коллимированным пучком от лазера;
- 11) Телекамера, на нее попадает другая половина энергии каждой волны выходящей из интерферометра. Именно между этими волнами и наблюдается интерференция;
- 12) Кольцо резкости, на котором осуществляется регулировка резкости на объективе телекамеры;
- 13) Свето-поглощающий экран, нужен для техники безопасности;
- 14) Свето-поглощающий экран, может быть необходим для выполнения некоторых упражнений;
- 15) Светорассеивающий экран, может быть необходим для выполнения некоторых упражнений;

### 2. Модуль для работы со схемой Юнга и бипризмой Френеля:

- 16) Источник света, используется для схемы Юнга и бипризмы Френеля;
- 17) Блок переключения, нужен для управления 16);
- 18) Оптическая щель;
- 19) Оптика-механический бокс, включающий двухщелевую диафрагму и бипризму Френеля;
- 20) Телеэкран;
- 21) Светозащитный тубус;

### 3. Задание 1: Определение длин волн светодиодных источников света

Расстояние между двумя краями матрицы: 5,6 мм. N - это количество пиков, L - это расстояние между курсорами:

1. Зеленый лазер: N = 34, L = 2.76 мм,  $\lambda = 532.5$  нм
2. Красный светодиод: N = 25, L = 2.43 мм,  $\lambda = 622 \pm 10$  нм
3. Зеленый светодиод: N = 16, L = 1.32 мм,  $\lambda = 516 \pm 10$  нм
4. Синий светодиод: N = 20, L = 1.49 мм,  $\lambda = 470 \pm 10$  нм

Определим длину волны для каждого источника света по формуле:

$$h = \frac{\lambda}{\Delta\alpha}$$

Где  $h$  - это длина шага наших интерференционных полос, которые определяются:

$$h = \frac{L}{N}$$

Из реперной для зеленого лазера:  $\Delta\alpha = \frac{\lambda_{з.л}}{h_{з.л}} = \frac{\lambda_{з.л} N_{з.л}}{L_{з.л}}$

Итоговая формула для нахождения длин волн у светодиодов:

$$\lambda = \frac{L}{N} \frac{\lambda_{з.л} N_{з.л}}{L_{з.л}}$$

Расчетные данные:

$$\lambda_{Red} = 637.611 \text{ нм}$$

$$\lambda_{Green} = 541.182 \text{ нм}$$

$$\lambda_{Blue} = 488.704 \text{ нм}$$

### 4. Задание 2: Определение длины когерентности излучения

Количество интерференционных максимумов N в диапазоне изменения контраста в е раз:

1. Зеленый лазер: N = 7
2. Красный светодиод: N = 10
3. Зеленый светодиод: N = 3
4. Синий светодиод: N = 5

Через среднюю длину волны вычислим длину когерентности по формуле:

$$s_k = \lambda \cdot N$$

Расчетные данные:

$$s_{k_{Laser}} = 4260 \text{ нм}$$

$$s_{k_{Red}} = 6376.11 \text{ нм}$$

$$s_{k_{Green}} = 1623.55 \text{ нм}$$

$$s_{k_{Blue}} = 2443.52 \text{ нм}$$

### 5. Задание 3: Определение длины волны светодиодных источников света и параметров схемы Юнга и схемы с бипризмой Френеля.

Расстояние от двойной щели до камеры:  $S = 12.5 \text{ см} = 124 \text{ мм}$ .

Расстояние между двумя пиками:

1. Зеленый светодиод:  $L = 0.49 \text{ мм}$

2. Красный светодиод:  $L = 0.57 \text{ мм}$

3. Синий светодиод:  $L = 0.43 \text{ мм}$

Как в задании два мы используем формул где из известной длины волны (в данном случа база это зеленый светодиод  $\lambda = 515 \text{ нм}$ ) получаем остальные:

$$\lambda = L \frac{\lambda_3}{L_3}$$

Расчетные данные:

$$\lambda_{Red} = 599.663 \text{ нм}$$

$$\lambda_{Blue} = 452.378 \text{ нм}$$

Определим длину между щелями, воспользуемся формулой для угла:  $\Delta\alpha = \frac{d}{S}$ , где  $d$  - это расстояние между щелями, а  $S$  - это расстояние от двойной щели до камеры.  $\Delta\alpha$  мы определим из формулы для длины волны:  $\Delta\alpha = \frac{\lambda}{h}$ . Итоговая формула для расстояния между щелями:

$$d = \frac{\lambda}{h} S = \frac{\lambda N}{L} S$$

$$d = 279 \text{ 345 нм} = 0.27 \text{ мм}$$

Для расчета длин при помощи биопризмы Френеля воспользуемся той-же формулой:

$$\lambda = \frac{L}{N} \frac{\lambda_3 N_3}{L_3}$$

Расчетные данные:

$$\lambda_{Red} = 638.119 \text{ нм}$$

$$\lambda_{Blue} = 459.537 \text{ нм}$$

## **6. Определение зависимости поперечной пространственной когерентности для схемы Юнга и схемы с бипризмой Френеля от ширины щелевидного источника света.**

Явления рассматривались на примере синего светодиода.

Описание явления для схемы Юнга: Самый первый пик мы увидели при 0.1 мм был светлый центр, после 0.1 мм у нас размывается картинка, нету явного "темного" или "светлого" центра, при 0.3 у нас проявляется пик в виде темного центра, то есть противофаза и так далее при прокручивании.

Описание явления для биопризмы Френеля: первый пик 0.7 мм светлый центр, 0.9 мм второй пик и тд.